

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-130211

(43)Date of publication of application : 21.05.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065  
C23F 4/00

(21)Application number : 06-290392

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 31.10.1994

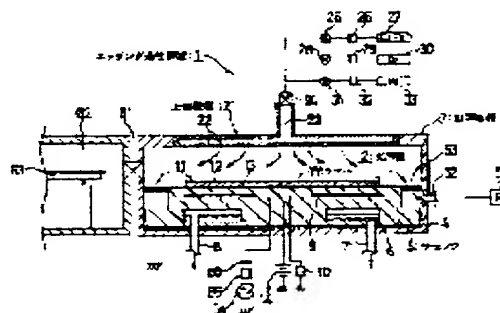
(72)Inventor : OKAMOTO SUSUMU  
INASAWA KOICHIRO  
FURUYA SACHIKO  
KOIZUMI MASANORI

## (54) ETCHING METHOD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To keep the selection ratio to a base high, and further enable taper etching and the control of a taper angle, in the case of etching.

CONSTITUTION: A wafer W is mounted on a susceptor 5 in a treatment chamber 2 capable of reducing the inside pressure. C4F8 gas is introduced in the treatment chamber 2, in which plasma is generated for etching the wafer W. In this case, O2 gas is added to the C4F8 gas, and the temperature of the susceptor is adjusted. By adjusting the loadings of O2 gas and the temperature of the susceptor 5, the taper angle of the inner wall of a hole, a trench, etc., which are formed in the wafer W can be arbitrarily adjusted.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-130211

(43)公開日 平成8年(1996)5月21日

(51)Int.Cl.\*

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 F 4/00

E 9352-4K

H 0 1 L 21/ 302

M

F

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-290392

(22)出願日 平成6年(1994)10月31日

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 岡本 晋

東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 稲沢 剛一郎

東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 古屋 祥子

東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 弁理士 金本 哲男 (外1名)

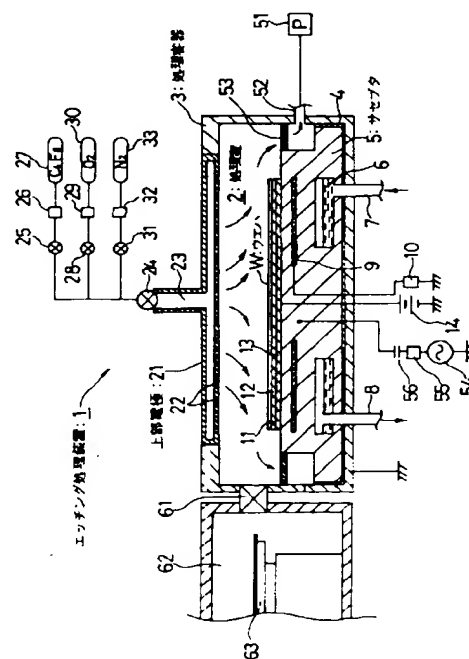
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エッチング方法

(57)【要約】

【目的】 エッチングする際、下地に対する選択比を高くとりつつ、しかもテーパエッチング、並びにその際のテーパ角度の制御を可能にする。

【構成】 減圧自在な処理室2内のサセプタ5にウエハWを載置させ、この処理室2内にC、F<sub>2</sub>ガスを導入すると共に、処理室2内にプラズマを発生させてウエハWに対してエッチングするにあたり、C、F<sub>2</sub>ガスにO<sub>2</sub>ガスを添加したり、サセプタの温度を調節する。O<sub>2</sub>ガスの添加量の加減や、サセプタ5の温度によって、ウエハWに形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を任意に調節することが可能である。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、

前記フロロカーボン系ガスに $O_2$ ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記 $O_2$ ガスの添加量に応じて制御することを特徴とする、エッチング方法。

【請求項2】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、

前記フロロカーボン系ガスに $N_2$ ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記 $N_2$ ガスの添加量に応じて制御することを特徴とする、エッチング方法。

【請求項3】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、

前記フロロカーボン系ガスに不活性ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を前記不活性ガスの添加量に応じて制御することを特徴とする、エッチング方法。

【請求項4】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、

前記フロロカーボン系ガスに、 $O_2$ ガス、 $N_2$ ガス、不活性ガスのうちのいずれか1又は2以上の組み合わせからなるガスを添加すると共に、さらにエッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記載置台の温度調節によって制御することを特徴とする、エッチング方法。

【請求項5】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において

前記フロロカーボン系ガスに $O_2$ ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記 $O_2$ ガスの添加量及び前記載置台の温度の各調節によって制御することを特徴とする、エッチング方法。

【請求項6】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被

2

処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、

前記フロロカーボン系ガスに $N_2$ ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記 $N_2$ ガスの添加量及び前記載置台の温度の各調節によって制御することを特徴とする、エッチング方法。

10 【請求項7】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、

前記フロロカーボン系ガスに不活性ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記不活性ガスの添加量及び前記載置台の温度の各調節によって制御することを特徴とする、エッチング方法。

20 【請求項8】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体における絶縁膜をエッチングする方法において、 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$ 、 $N_2O$ 、 $NF_3$ 、 $SF_6$ 、 $SO_2$ 、 $He$ 、 $Ar$ 、 $Kr$ 、 $Xe$ から選択される1又は2以上のガスを、前記フロロカーボン系ガスに、添加ガス比50%以下の割合で添加し、前記被処理体における絶縁膜のエッチングレートを上させることを特徴とする、エッチング方法。

30 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、エッチング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から例えば半導体製造プロセスにおいては、半導体ウエハ（以下、「ウエハ」という）の表面に配線パターンやコンタクトホールを形成するため、減圧自在な処理室内に所定の処理ガスを導入すると共に、この処理室内にプラズマを発生させ、当該プラズマによって前記処理ガスを解離させ、それによって生じたラジカル成分によってまず前記ウエハ表面のエッチングを行うことが従来から行われている。そして前記エッチングによって例えば表面の $SiO_2$ などの酸化膜を除去して穴、溝を形成した後、下地の金属（例えばアルミニウムやタングステンとの導通を図るため、これら穴、溝内に例えばスパッタリング等によってアルミ等の金属が埋め込められる。

【0003】ところで前記ウエハ表面の酸化膜をエッチングする場合には、下地となるアルミニウムやタングステンなどの金属までもエッチングしないように留意しな

50

ければならず、そのためこれら下地に対する選択比が高いエッチングが要求されている。かかる要求に応えるため、従来はエッチングガスとして $C_4F_8$ を用いた場合、添加ガスとして $CO$ を添加し、これによって下地金属に対する高い選択比を確保するようにしていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、デバイスの高集積化に伴う今日の微細加工においては、前記したような高い選択比の確保はもちろんのこと、エッチングによって形成された穴、溝の形状についても各種の要求が出されている。

【0005】例えば前記、穴、溝の内側壁については、テーパ状に成形することが要請されている。即ち、エッチングによって形成したコンタクトホールやビアホールを金属で充填するプロセスにおいては、カバレッジ（充填性）を高めるため、内側壁にテーパが生じている方が好ましい。穴、溝の内側壁が垂直のままであると、穴、溝の底部における周縁隅部にボイド等が発生しやすく、そのため微細加工の要請等によって穴の径が小さくなってくると、接触不良等の原因となるからである。

【0006】この点前記従来の $CO$ を添加する方法では、確かに下地に対する高い選択比は確保できるものの、その内側壁は垂直であり、かかる要請に応えることはできなかった。また事そのように穴、溝等の内側壁をテーパ状にエッチングすることに限って言えば、従来からそのような方法はあったものの、選択比が低いという問題があった。

【0007】また前記従来の $C_4F_8$ ガスに $CO$ を添加する方法では、 $C_4F_8$ がプラズマによって解離した際に生ずる活性種のフッ素ラジカル( $F^*$ )を $CO$ で失活させ、下地との選択比を向上させているが、絶縁膜（例えば $SiO_2$ ）と反応するガス種も減少するため、当該絶縁膜に対するエッチングレートは低下していた。これを回避するため、例えば $C_4F_8$ ガスを単独で使用すると、前記絶縁膜上にフロロカーボン系のデポジションが多く存在し、やはりエッチングレートの向上を妨げる結果となる。またそのようにフロロカーボン系のデポジションが多く存在すると、エッチング反応が進まず、使用可能な処理室内の圧力範囲が狭小であった。

【0008】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、選択比を高くとりつつ、しかもテーパ状にエッチングすることが可能なエッチング方法を提供することを第1の目的とするものである。また本発明は、さらに絶縁膜のエッチングレートを向上させることを第2の目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記第1の目的を達成するため、請求項1によれば、減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマ

を発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、前記フロロカーボン系ガスに $O_2$ ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記 $O_2$ ガスの添加量に応じて制御することを特徴とする、エッチング方法が提供される。ここで本発明に適したフロロカーボン系ガスには、例えば $C_4F_8$ 、 $C_3F_8$ 、 $C_2F_6$ 、 $C_2F_4$ 、 $C_2F_2$ の各ガスが挙げられる。

【0010】さらに請求項2に記載したように、前記 $O_2$ ガスに代えて $N_2$ ガスを添加したり、あるいは、請求項3に記載したように、不活性ガス、例えば $Ar$ 、 $He$ を添加してもよい。またこれらを2以上組み合わせて使用したり、その他、 $CO_2$ 、 $N_2O$ 、 $NF_3$ を添加してもよい。

【0011】また請求項4によれば、そのように $C_4F_8$ 、 $C_3F_8$ 、 $C_2F_6$ 、 $C_2F_4$ 、 $C_2F_2$ などのフロロカーボン系ガスに、 $O_2$ ガス、 $N_2$ ガス、不活性ガスのうちのいずれか1又は2以上の組み合わせからなるガスを添加すると共に、被処理体が載置される載置台を温度調節して、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を制御することを特徴とする、エッチング方法が提供される。

【0012】さらに請求項5、6、7によれば、前記フロロカーボン系ガスに $O_2$ ガス、 $N_2$ ガス、不活性ガスを添加すると共に、同時に、被処理体が載置される載置台を温度調節して、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を制御することを特徴とする、エッチング方法が提供される。

【0013】そして前記第2の目的を達成するため、請求項8によれば、減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体における絶縁膜をエッチングする方法において、 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$ 、 $N_2O$ 、 $NF_3$ 、 $SF_6$ 、 $SO_2$ 、 $He$ 、 $Ar$ 、 $Kr$ 、 $Xe$ から選択される1又は2以上のガスを、前記フロロカーボン系ガス、例えば $C_4F_8$ をはじめとして、 $CHF_3$ 、 $CF_4$ 、 $C_2F_6$ 、 $C_2F_4$ 、 $C_2F_2$ ガスに、その50%以下の割合（フロロカーボン系ガスに対して50%以下の割合）で添加し、前記被処理体における絶縁膜のエッチングレートを向上させることを特徴とする、エッチング方法が提供される。発明者らの知見によれば、前記した各ガスをフロロカーボン系ガスに添加する場合、多く添加しすぎると選択比が極端に低下することがわかっている。従って、本発明においては、その添加量を50%以下としている。

【0014】

【作用】例えば $C_4F_8$ ガスをプラズマによって解離させてシリコンウエハ表面の $SiO_2$ 酸化膜のエッチングを実施した場合、解離によって生じた $CF_3^*$ がエッチング

10

20

30

40

50

を行うイオンとなるが、この $CF_3^+$ は、下地金属に対してエッチングを行うフリーのフッ素ラジカル $F^+$ を生じさせにくいイオンである。従って、下地金属に対して過剰にエッチングをすることはなく、高い選択比を確保することかできる。

【0015】ところで前記 $C_2F_4$ ガスをプラズマによって解離させてシリコンウエハ表面の $SiO_2$ 酸化膜のエッチングを実施すると、フロロカーボン系の膜( $CF_x$ )が底部に堆積して、テーパ部を形成する。この膜は、 $SiO_2$ エッチングの際に発生する $O_2$ によって酸化されて除去される性質を有しているが、 $SiO_2$ 中に含有される $O_2$ だけでは、所望のテーパ角度を実現するには、不十分である。

【0016】従って、請求項1のように $C_2F_4$ ガスに $O_2$ ガスを添加することにより、底部に堆積してテーパ部形成の要素となる前記フロロカーボン系の膜を除去して、そのテーパ角度を制御することが可能になるのである。また発明者らの知見によれば、 $O_2$ ガスに代えて、請求項2に記載したように、 $N_2$ ガスを添加したり、あるいは請求項3に記載したように、不活性ガス、例えばAr、Heを添加したり、さらにはこれらを2以上組み合わせ使用したり、その他、 $CO_2$ 、 $N_2O$ 、 $NF_3$ を添加してその量を加減しても、請求項1と同様にテーパ角度の制御が行えることがわかった。

【0017】また請求項4に記載したように、被処理体を載置する載置台の温度を上げて被処理体の温度を高くすれば、前記フロロカーボン系の膜の堆積速度は遅くなるので、同一処理時間においては、そのように載置台の温度を上げることにより、テーパ部を形成するフロロカーボン系の膜の堆積率を下げて、テーパ角度を大きくする(垂直に近づける)ことが可能であり、逆に温度を下げれば、フロロカーボン系の膜の堆積率を上げてテーパ角度を小さくすることが可能になるのである。そして請求項5、6、7のように、 $C_2F_4$ ガスに $O_2$ ガス、 $N_2$ ガス、不活性ガスを添加してその量を加減すると同時に、被処理体を載置する載置台の温度制御をすれば、さらに広範なかつ微細なテーパ角度の制御を実施することが可能である。

【0018】請求項8に記載したエッチング方法においては、 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$ 、 $N_2O$ 、 $NF_3$ 、 $SF_6$ 、 $SiO_2$ 、He、Ar、Kr、Xeから選択される1又は2以上のガスを添加してエッチングしているが、これらの各ガスは、絶縁膜(例えば $SiO_2$ )表面に堆積するフロロカーボン系のデポジション、例えばC、 $CF_4$ 、 $CF_3$ 、 $CF_2$ と反応して、これを除去する。したがって当該絶縁膜のエッチングは促進され、その結果エッチングレートが向上するのである。

【0019】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づき説明すると、図1は本実施例を実施するためのエッチング

処理装置1の断面を模式的に示しており、このエッチング処理装置1における処理室2は、気密に閉塞自在な酸化アルマイト処理されたアルミニウムなどからなる円筒形状に成形された処理容器3内に形成され、当該処理容器3自体は接地されている。前記処理室2内の底部にはセラミックなどの絶縁支持板4を介して、被処理体、例えば半導体ウエハ(以下、「ウエハ」という)Wを載置するための略円柱状のサセプタ5が収容され、このサセプタ5が下部電極を構成している。

【0020】前記サセプタ5の内部には、環状の冷媒室6が設けられており、この冷媒室6には、温度調節用の冷媒が冷媒導入管7を介して導入され、冷媒室6内を循環して冷媒排出管8から排出される。そしてその間生ずる冷熱は冷媒室6から前記サセプタ5を介して前記ウエハWに対して伝熱され、このウエハWの処理面を所望する温度まで冷却することが可能である。またさらに前記サセプタ5には、例えばセラミックヒータなどの加熱手段9が設けられており、処理容器3外部に設置されている電源10からの給電によって、サセプタ5を所望の温度に加熱するように構成されている。従って、前記冷媒室6の冷熱とこの加熱手段9とにより、前記サセプタ5を例えば、 $-50^{\circ}C \sim +60^{\circ}C$ の間の所望の温度に設定、維持することが可能である。なおそのようなサセプタ5の温度制御は、例えば適宜の温度センサと温度制御装置によって、容易に実施することが可能である。

【0021】また前記サセプタ5には、静電チャック11が設けられている。この静電チャック11は、導電膜12を絶縁樹脂13、例えばポリイミド樹脂内に埋設した構成を有しており、処理容器3外部に設置されている直流高圧電源14からの直流高電圧が前記導電膜12に印加されると、クーロン力によってウエハWが、静電チャック11上面に吸着保持されるものである。

【0022】前記サセプタ5の上方には、このサセプタ5と平行に対向して、上部電極21が処理容器3の上部に設けられている。この上部電極21は処理容器3を介して接地されており、またこの上部電極21自体は中空構造を有しており、サセプタ5との対向面には中空部に通ずる多数の拡散孔22が形成されている。

【0023】前記上部電極21の中央には前記中空部に通ずるガス導入口23が設けられ、さらにこのガス導入口23はメインバルブ24を介して3つの処理ガス供給源と接続されている。そして本実施例においては、バルブ25、マスフローコントローラ26を介して接続された処理ガス供給源27からは $C_2F_4$ ガスが、バルブ28、マスフローコントローラ29を介して接続された処理ガス供給源30からは、 $O_2$ ガスが、そしてバルブ31、マスフローコントローラ32を介して接続された処理ガス供給源33からは $N_2$ ガスが、夫々前記拡散孔22を通して処理室2内に供給自在となっている。なおこれら各ガスの流量は、前記各マスフローコントローラ2

6、29、32の調整によって制御自在である。

【0024】処理室2内におけるサセプタ5の下部周囲には、真空ポンプなどの真空引き手段51に通ずる排気管52が接続されており、サセプタ5周縁部と処理容器3内壁との間に設置された環状の排気リング53を通じて、この処理室2内を、5mTorr～100mTorr内の任意の減圧度にまで真空引きすることが可能である。

【0025】そして前記サセプタ5と上部電極21との間にプラズマを発生させるための高周波電力は、処理容器3外部に設置されている高周波電源54から供給される。即ちこの高周波電源54は、整合器55、ブロッキングコンデンサ56を介して前記サセプタ5と接続されており、例えば周波数が13.56MHz、出力が1000～2000Wの間の任意のパワーの高周波電力が、前記サセプタ5に印加自在となっている。

【0026】また前記処理容器3の側部には、ゲートバルブ61を介してロードロック室62が隣接している。そしてこのロードロック室62内には、被処理体であるウエハWを処理容器3内の処理室2との間で搬送する搬送アームなどの搬送手段63が設けられている。

【0027】本実施例を実施するためのエッチング処理装置1の主要部は以上のように構成されており、次にこのエッチング処理装置1を使用しての実施例にかかるエッチング方法について説明すると、まずエッチング対象となるウエハWは、シリコン基板の上に第1のシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )が形成され、さらにその上に下地となる金属、例えばアルミニウムが形成され、その上にエッチングによって除去する第2のシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )が形成された構造を有している。そしてこの第2のシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )を除去し、例えばコンタクトホールをエッチングによって形成するプロセスについて説明する。

【0028】まずゲートバルブ61が開放された後、搬送手段63によってウエハWがロードロック室62から処理室2内へと搬入され、サセプタ5の静電チャック11上に載置された後、搬送手段63が待避し、ゲートバルブ61が閉鎖される。次いで処理室2内が真空引き手段51によって減圧されていき、所定の減圧度になった後、処理ガス供給源27からはC、F<sub>2</sub>ガスが供給され、処理ガス供給源30からはO<sub>2</sub>ガスが供給され、処理室2の圧力が、例えば40mTorrに設定・維持される。

【0029】そしてサセプタ5に対して高周波電源54から周波数が13.56MHz、パワーが1400Wの高周波が印加されると、プラズマが発生し、この発生したプラズマによって処理室2内の前記処理ガスC、F<sub>2</sub>ガスが解離し、その際に生ずるCF<sub>2</sub>イオンによってウエハW表面の第2のシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )がエッチングされていくのである。

【0030】そして本実施例では、下地に対する選択比を高く得つつ、しかも前記C、F<sub>2</sub>ガスに添加するO<sub>2</sub>ガスの量を加減することにより、前記コンタクトホールの穴内側壁のテーパ角度を調整することが可能である。即ち図2に示したように、アルミニウムの下地71をエッチングすることなく、ホール72内壁の $\text{SiO}_2$ の側壁72aのテーパ角度 $\theta$ を調節することが可能となっている。

【0031】例えば前記ホール72内に金属を埋め込んで配線パターンを形成する場合、例えば穴径dが0.8 $\mu\text{m}$ 、エッチング対象となる第1の $\text{SiO}_2$ 層の厚さDが、6000オングストロームの場合、側壁72aのテーパ角度 $\theta$ は、75°に成形するのが、その後の金属のカバレッジにとって好ましいが、本実施例によれば、そのように側壁72aのテーパ角度 $\theta$ を75°に成形することも可能である。もちろん、穴径d、第1の $\text{SiO}_2$ 層の厚さDの大きさが異なれば、それに対応して、側壁72aの最適なテーパ角度 $\theta$ も大小するが、本実施例によればかかる要請に応じて、添加するO<sub>2</sub>ガスの量を加減することによって任意のテーパ角度を実現することが可能である。

【0032】この点比較のために、同一ウエハWに対して、既述した従来のC、F<sub>2</sub>に選択比向上のためのCOを添加してエッチングを実施した結果を図示すれば、図3に示したように、ホール72の側壁72aがほぼ垂直になってしまう。従って、その後の金属等のホール72内への埋め込みが適切に行われぬおそれがあった。しかしながら本実施例では、側壁72aに対して穴径dの大きさに応じた最適なテーパ角度 $\theta$ を形成することが可能であるから、そのような金属等のホール72内への埋め込みを適切に実施することができる。

【0033】また前記サセプタ5の温度は、既述したように-50°C～+60°Cの間の所望の温度に設定自在であるから、このサセプタ5の温度を制御することによってウエハWの温度を変えて、側壁72aのテーパ角度 $\theta$ をコントロールすることも可能である。

【0034】次に実際に発明者らが行ったエッチング処理によって得られたデータに基づいて本発明の効果について説明する。なおこのデータは、前記エッチング処理装置1において、上下電極21とサセプタ5との間に発生するプラズマを閉じこめるため、適宜の磁場形成手段による磁場を形成した状態でプラズマを発生させてエッチングした場合のデータであるが、本発明の作用効果に対して直接影響を与えるものではない。

【0035】まずエッチング対象となるウエハWは、前記図2に示したものと同一のものを使用し、第1の $\text{SiO}_2$ 層の厚さDも6000オングストロームのものをを用いた。そして各種設定条件については、次の通りである。処理室2内の圧力を40mTorr、高周波電源54のパワーが1400W、処理室2内の上部と側部の各

10

20

30

40

50

温度を夫々60°C、サセプタ5の温度を20°Cにした。そしてまずC、F、ガスの流量25 sccmに対するO<sub>2</sub>ガスの流量を3 sccm、5 sccm、7 sccmに変えた場合の、孔径dに対する側壁72aのテーパ角度θの変化を調べた結果、図4のグラフに示される結果が得られた。

【0036】これによれば、C、F、ガスに対するO<sub>2</sub>ガスの流量を増加させると、孔径dの大小にかかわらず、それに比例して側壁72aのテーパ角度θが大きくなることが確認できる。従って、C、F、ガスに対するO<sub>2</sub>ガスの添加量を制御することにより、ホール72の側壁72aのテーパ角度θを任意に調節することが自在となるのである。

【0037】次にガスの流量比を一定にしたまま、即ちC、F、ガスの流量25 sccmに対するO<sub>2</sub>ガスの流量を7 sccmに固定したまま、今度はサセプタ5の温度を0°Cと20°Cに設定した場合の結果を調べると、図5に示した結果が得られた。これによれば、孔径の大小にかかわらず、サセプタ5の温度が高いほど、側壁72aのテーパ角度θが大きくなることが確認できる。従って、サセプタ5の温度を制御することによってウエハWの温度を変化させることにより、ホール72の側壁72aのテーパ角度θを任意に調節することが自在となるのである。

【0038】なお前記実施例は、C、F、ガスにO<sub>2</sub>ガスを添加する例であったが、このO<sub>2</sub>ガスに代えてN<sub>2</sub>ガスを用いたり、あるいはその混合ガスを用いたり、さらには他の不活性ガス例えばArガスやHeガスを、C、F、ガスに添加しても、本発明の所期の作用効果が得られるものである。また被処理体として前記実施例では、ウエハWを用いたが、これに限らず、例えば他の被処理基板に対して本発明は実施可能である。

【0039】

【発明の効果】請求項1〜7に記載のエッチング方法によれば、下地に対して高い選択比を得つつ、テーパ形状\*

\*のエッチングを実施することが可能であり、しかもテーパ角度を制御することができる。特に請求項5、6、7によれば、さらに広範なかつ微細なテーパ角度の制御を実施することが可能である。

【0040】また請求項8に記載したエッチング方法によれば、被処理体の絶縁膜のエッチングレートを向上させることかでき、その結果スループットが向上する。また使用可能な処理室内の設定圧力の範囲も広がる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の実施例を実施するためのエッチング処理装置の断面説明図である。

【図2】実施例によってエッチングしたウエハの断面説明図である。

【図3】従来技術によってエッチングしたウエハの断面説明図である。

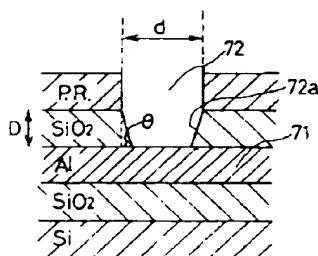
【図4】本発明の実施例によってエッチングした場合の孔径に対する側壁のテーパ角度の関係をO<sub>2</sub>ガスの添加量をパラメータとした際のグラフである。

20 【図5】本発明の実施例によってエッチングした場合の孔径に対する側壁のテーパ角度の関係をサセプタの温度をパラメータとした際のグラフである。

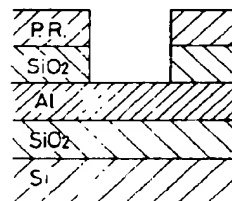
【符号の説明】

- 1 エッチング処理装置
- 2 処理室
- 3 処理容器
- 5 サセプタ
- 21 上部電極
- 23 ガス導入口
- 26、29、32 マスフローコントローラ
- 27、30、33 処理ガス供給源
- 51 真空引き手段
- 52 排気管
- 54 高周波電源
- W ウエハ

【図2】



【図3】





【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第2区分  
 【発行日】平成11年(1999)12月24日

【公開番号】特開平8-130211  
 【公開日】平成8年(1996)5月21日  
 【年通号数】公開特許公報8-1303  
 【出願番号】特願平6-290392  
 【国際特許分類第6版】

H01L 21/3065

C23F 4/00

【F1】

H01L 21/302 M

C23F 4/00 E

H01L 21/302 F

【手続補正書】

【提出日】平成11年1月6日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、  
 前記C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスにO<sub>2</sub>ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記O<sub>2</sub>ガスの添加量に応じて制御することを特徴とする、エッチング方法。

【請求項2】 減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、  
 前記C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスにO<sub>2</sub>ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記O<sub>2</sub>ガスの添加量及び前記載置台の温度の各調節によって制御することを特徴とする、エッチング方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、選択比を高くとりつつ、しかもテーパ状にエッチングすることが可能なエッチング方法を提供することを

その目的としている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、請求項1によれば、減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、前記C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスにO<sub>2</sub>ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を、前記O<sub>2</sub>ガスの添加量に応じて制御することを特徴とする、エッチング方法が提供される。なお前記C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスの他、CHF<sub>3</sub>、CF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>の各ガスを用いてもよい。また、前記O<sub>2</sub>ガスに代えてN<sub>2</sub>ガスを添加したり、あるいは、不活性ガス、例えばAr、Heを添加してもよい。またこれらを2以上組み合わせて使用したり、その他、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、NF<sub>3</sub>を添加してもよい。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】請求項2によれば、減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体に対してエッチングする方法において、前記C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスにO<sub>2</sub>ガスを添加し、エッチングによって形成される穴、

溝等の内側壁のテーパ角度を、前記 $O_2$ ガスの添加量及び前記載置台の温度の各調節によって制御することと特徴とする。エッチング方法が提供される。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】この場合、 $C_4F_8$ ガスなどのフロロカーボン系ガスに、 $O_2$ ガス、 $N_2$ ガス、不活性ガスのうちのいずれか1又は2以上の組み合わせからなるガスを添加すると共に、被処理体が載置される載置台を温度調節して、エッチングによって形成される穴、溝等の内側壁のテーパ角度を制御するようにしてもよい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】削除

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】なお絶縁膜のエッチングレートを向上させるためには、例えば、減圧自在な処理室内に設けた載置台に被処理体を載置させ、この処理室内にフロロカーボン系ガスを導入すると共に、処理室内にプラズマを発生させ、前記プラズマ雰囲気の下で、前記被処理体における絶縁膜をエッチングする方法において、 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$ 、 $N_2O$ 、 $NF_3$ 、 $SF_6$ 、 $SO_2$ 、 $He$ 、 $Ar$ 、 $Kr$ 、 $Xe$ から選択される1又は2以上のガスを、前記フロロカーボン系ガス、例えば $C_4F_8$ をはじめとして、 $CHF_3$ 、 $CF_4$ 、 $C_2F_6$ 、 $C_3F_8$ ガスに、その50%以下の割合（フロロカーボン系ガスに対して50%以下の割合）で添加し、前記被処理体における絶縁膜のエッチングレートを向上させることが提案できる。発明者らの知見によれば、前記した各ガスをフロロカーボン系ガスに添加する場合、多く添加しすぎると選択比が極端に低下することがわかっている。従って、本発明においては、その添加量を50%以下とすることが好ましい。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】

【作用】 $C_4F_8$ ガスをプラズマによって解離させてシリコンウエハ表面の $SiO_2$ 酸化膜のエッチングを実施した場合、解離によって生じた $CF_2^+$ がエッチングを

行うイオンとなるが、この $CF_2^+$ は、下地金属に対してエッチングを行うフリーのフッ素ラジカル $F^+$ を生じさせていくイオンである。従って、下地金属に対して過剰にエッチングをすることはなく、高い選択比を確保することができる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】従って、請求項1のように $C_4F_8$ ガスに $O_2$ ガスを添加することにより、底部に堆積してテーパ部形成の要素となる前記フロロカーボン系の膜を除去して、そのテーパ角度を制御することが可能になるのである。また発明者らの知見によれば、 $O_2$ ガスに代えて、 $N_2$ ガスを添加したり、あるいは不活性ガス、例えば $Ar$ 、 $He$ を添加したり、さらにはこれらを2以上組み合わせて使用したり、その他、 $CO_2$ 、 $N_2O$ 、 $NF_3$ を添加してその量を加減しても、同様にテーパ角度の制御が行えることがわかった。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】また請求項2に記載したように、被処理体を載置する載置台の温度を上げて被処理体の温度を高くすれば、前記フロロカーボン系の膜の堆積速度は遅くなるので、同一処理時間においては、そのように載置台の温度を上げることにより、テーパ部を形成するフロロカーボン系の膜の堆積率を下げて、テーパ角度を大きくする（垂直に近づける）ことが可能であり、逆に温度を下げれば、フロロカーボン系の膜の堆積率を上げてテーパ角度を小さくすることが可能になる。したがって、広範なかつ微細なテーパ角度の制御を実施することが可能である。また、 $C_4F_8$ ガスに $O_2$ ガス、 $N_2$ ガス、不活性ガスを添加してその量を加減すると同時に、被処理体を載置する載置台の温度制御をすれば、さらに広範なかつ微細なテーパ角度の制御を実施することが可能である。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$ 、 $N_2O$ 、 $NF_3$ 、 $SF_6$ 、 $SO_2$ 、 $He$ 、 $Ar$ 、 $Kr$ 、 $Xe$ から選択される1又は2以上のガスを添加してエッチングすれば、これらの各ガスは、絶縁膜（例えば $SiO_2$ ）表面に堆積するフロロカーボン系のデポジション、例えば $C$ 、 $CF$ 、

CF<sub>2</sub>、CF<sub>3</sub>と反応して、これを除去する。したがって当該絶縁膜のエッチングは促進され、その結果エッチングレートは向上する。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 3 9】

【発明の効果】請求項 1 ～ 2 に記載のエッチング方法に

よれば、下地に対して高い選択比を得つつ、テーパ形状のエッチングを実施することが可能であり、しかもテーパ角度を制御することができる。特に請求項 2 によれば、さらに広範なかつ微細なテーパ角度の制御を実施することが可能である。

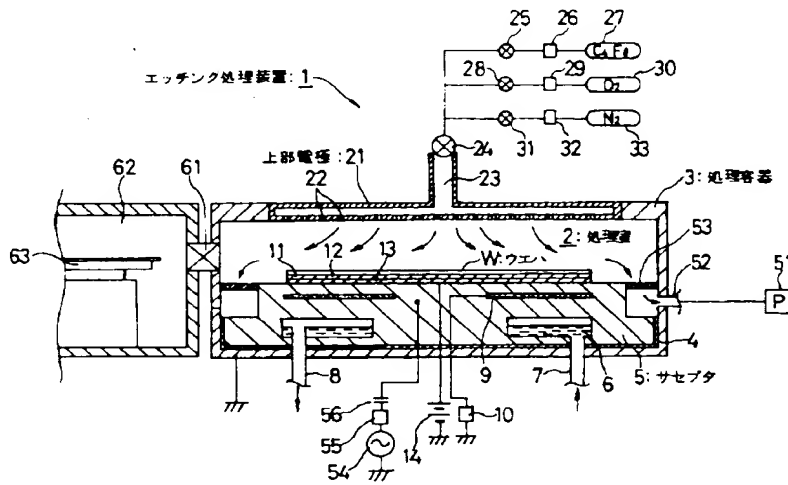
【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

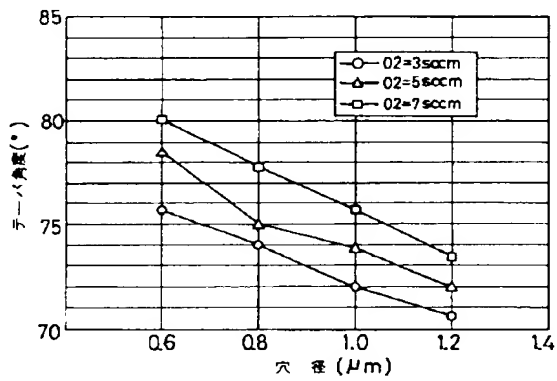
【補正対象項目名】0 0 4 0

【補正方法】削除

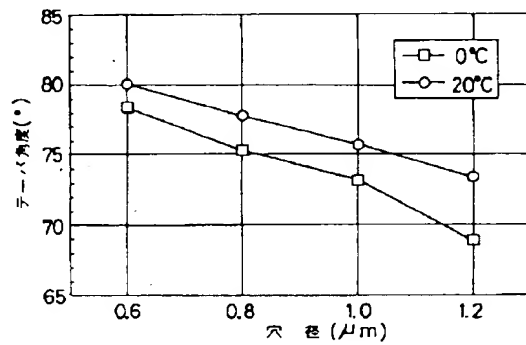
【図1】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 小泉 真紀  
東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内